



PCT
WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
Internationales Büro
INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation 5 :

C21D 9/40, 3/06, 1/78
C23C 8/22

A1

(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 91/00929

(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum: 24. Januar 1991 (24.01.91)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP89/00787

(22) Internationales Anmeldedatum: 7. Juli 1989 (07.07.89)

(71) Anmelder: AGA AB [SE/SE]; S-181 81 Lidingö (SE).

(74) Anwälte: DELFS, Klaus usw. ; Glawe, Delfs, Moll & Partner, Liebherrstraße 20, D-8000 München 26 (DE).

(81) Bestimmungsstaaten: AT (europäisches Patent), BE (europäisches Patent), BR, CH (europäisches Patent), DE (europäisches Patent)*, FI, FR (europäisches Patent), GB (europäisches Patent), IT (europäisches Patent), JP, LU (europäisches Patent), NL (europäisches Patent), NO, SE (europäisches Patent).

Veröffentlicht

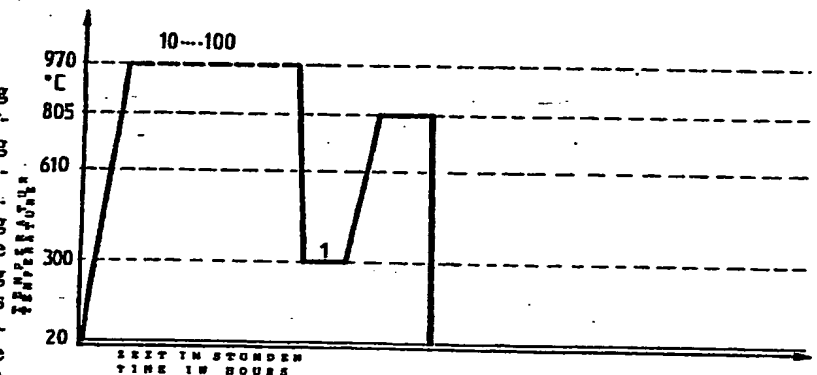
Mit internationalem Recherchenbericht.

(54) Title: PROCESS FOR CASE-HARDENING ROLLER BEARING COMPONENTS OF LOW-ALLOY NICKEL STEEL

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUM EINSATZHÄRTEN VON WÄZLAGERELEMENTEN AUS NIEDRIGLEGIERTEM, NICKELHALTIGEM STAHL

(57) Abstract

In a process for case-hardening roller bearing components of low-alloy nickel steel, the roller bearing components are carburised under a dissociating gas, cooled, heated to hardening temperature, austenitised in the carburising layer and finally quenched. To prevent the embrittlement of the roller bearing components through dissociated hydrogen from the carburising gas, they are cooled from the carburising temperature to about 300°C under a moving inert gas and then maintained at this temperature so that adequately dissociated hydrogen is released from the carburised layer of the components. The subsequent heating of the roller bearing components to hardening temperature or intermediate annealing temperature is preferably performed directly after their maintenance at 300°C.



(57) Zusammenfassung

Bei einem Verfahren zum Einsatzhärten von Wälzlagerenlementen aus niedriglegiertem, nickelhaltigem Stahl werden die Wälzlagerenlemente in einem dissoziierenden Aufkohlungsgas aufgekocht, abgekühlt, auf Härtetemperatur erwärmt, in der Aufkohlungsschicht austenitisiert und schließlich abgeschreckt. Damit beim Aufkohlen keine Versprödung der Wälzlagerenlemente durch dissoziierten Wasserstoff des Aufkohlungsgases erfolgt, werden die Wälzlagerenlemente von der Aufkohlungshitze bis auf etwa 300°C in bewegtem Inertgas abgekühlt und anschließend bei dieser Temperatur gehalten, so daß genügend dissoziierter Wasserstoff aus der Aufkohlungsschicht der Wälzlagerenlemente entweicht. Das anschließende Erwärmen der Wälzlagerenlemente auf Härtetemperatur oder auf Zwischenglühtemperatur erfolgt vorteilhafterweise unmittelbar nach dem Halten auf 300°C.

BENENNUNGEN VON "DE"

Bis auf weiteres hat jede Benennung von "DE" in einer internationalen Anmeldung, deren internationaler Anmeldetag vor dem 3. Oktober 1990 liegt, Wirkung im Gebiet der Bundesrepublik Deutschland mit Ausnahme des Gebietes der früheren DDR.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Code, die zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AT	Österreich	ES	Spanien	MG	Madagaskar
AU	Australien	FI	Finnland	ML	Mali
BB	Barbados	FR	Frankreich	MR	Mauritanien
BE	Belgien	GA	Gabon	MW	Malawi
BF	Burkina Faso	GB	Vereinigtes Königreich	NL	Niederlande
BG	Bulgarien	GR	Griechenland	NO	Norwegen
BJ	Benin	HU	Ungarn	PL	Polen
BR	Brasilien	IT	Italien	RO	Rumänien
CA	Kanada	JP	Japan	SD	Sudan
CF	Zentrale Afrikanische Republik	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	SE	Schweden
CG	Kongo	KR	Republik Korea	SN	Senegal
CH	Schweiz	LI	Liechtenstein	SU	Soviet Union
CM	Kamerun	LK	Sri Lanka	TD	Tschad
DE	Deutschland	LU	Luxemburg	TG	Togo
DK	Dänemark	MC	Monaco	US	Vereinigte Staaten von Amerika

- 1 -

Verfahren zum Einsatzhärten von Wälzlagererelementen
aus niedriglegiertem, nickelhaltigem Stahl

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Einsatzhärten von Wälzlagererelementen aus niedriglegiertem, nickelhaltigem Stahl gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Hochbeanspruchte Wälzlagererelemente, z. B. große Wälzlagererringe für Walzwerke, werden vielfach aus einem niedriglegierten, nickelhaltigen Stahl gefertigt, der im Einsatzverfahren oberflächengehärtet wird. Dabei ist manchmal nach dem Aufkohlen und vor dem Austenitisieren der Aufkohlungsschicht der Wälzlagererelemente ein Zwischenglühen zum Homogenisieren des Stahlgefüges und zum Abbau von inneren Spannungen notwendig.

Bei einem bekannten Verfahren zum Einsatzhärten von Wälzlagererelementen der genannten Gattung werden die Wälzlagererelemente nach dem Aufkohlen in Propangas langsam auf Raumtemperatur abgekühlt, so daß der beim Aufkohlen durch Dissoziation des Propangases in der Aufkohlungsschicht aufgenommene Wasserstoff zum Teil aus der Aufkohlungsschicht nach außen herausdiffundieren kann (US-PS 3 737 204). Diese Abkühlung darf jedoch nicht zu langsam erfolgen, weil sonst eine Ausscheidung von Korngrenzenkarbiden im Gefüge der Aufkohlungsschicht erfolgt. Eine solche Ausscheidung würde das Härtegefüge verändern und die Wälzermüdungslebensdauer der Wälzlagererelemente, z.B. Wälzlagererringe, beträchtlich verringern.

- 2 -

Beim bekannten Verfahren verbleibt noch ein Teil von atomarem und molekularem Wasserstoff in der Aufkohlungsschicht. Dieser Wasserstoff bewirkt bei nickelhaltigen Stählen eine Versprödung des Härtegefüges der Wälzlagererelemente, die zu einer gefährlichen Ribbildung führen kann.

Der vorliegenden Erfindung liegt demgegenüber die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Einsatzhärten von Wälzlagererelementen, insbesondere großen Wälzlagererringen, aus nickelhaltigen, niedriglegierten Stählen der angegebenen Art zu schaffen, bei dem eine Versprödung des Härtegefüges der Wälzlagererelemente durch den dissoziierten Wasserstoff des Aufkohlungsgases weitgehend vermieden ist. Das Verfahren soll überdies wirtschaftlich anwendbar sein.

Diese Aufgabe wird gemäß dem Kennzeichen des Anspruches 1 gelöst.

Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren wird erreicht, daß die Wälzlagererelemente nach dem Aufkohlen in einem Inertgas, z.B. Stickstoff, abkühlen. Das Inertgas wirkt dabei als Schutzgas, so daß die Wälzlagererelemente an ihren Obeflächen keine Oxidation und keine Abkohlung erleiden. Durch die Bewegung des Inertgases erfolgt die Abkühlung der Wälzlagererelemente schnell genug, so daß die Ausscheidung von Korngrenzenkarbiden gerade noch verhindert wird. Die Abkühlung erfolgt auch in einer gewissen Abkühlzeit, so daß ein Teil des beim Aufkohlen in der Aufkohlungsschicht aufgenommenen Wasserstoffs des Aufkohlungsmittels aus der Aufkohlungsschicht herausdiffundieren kann.

Auf diese Weise braucht anschließend nur noch relativ kurze Zeit bei etwa 300°C gehalten zu werden, um den in der Aufkohlungsschicht noch verbliebenen Rest des Wasserstoffs herausdiffundieren zu lassen.

Zum Entfernen des Wasserstoffs aus der Aufkohlungsschicht wird dementsprechend eine außergewöhnlich kurze Wärmebehandlungszeit benötigt, so daß das erfindungsgemäße Verfahren mit geringem Zeit- und Energieaufwand besonders wirtschaftlich anwendbar ist.

Weitere vorteilhafte Maßnahmen des erfindungsgemäßen Verfahrens sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet.

- 3 -

Mit der Maßnahme nach Anspruch 2 wird erreicht, daß beim Halten der Wälzlagererelemente auf 300°C der nach dem Abkühlen aus der Aufkohlungshitze verbliebene Rest des dissoziierten Wasserstoffs so weit aus der Aufkohlungsschicht der Wälzlagererelemente herausdiffundiert, daß die Gefahr der Ribbildung an den Wälzlagererelementen abgewendet ist.

Mit der Maßnahme nach Anspruch 3 ergibt sich ein kleiner Bedarf an Heizenergie für die Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens, denn beim Erwärmen der Lagererelemente auf Härtetemperatur braucht nur von 300°C auf Härtetemperatur erwärmt zu werden.

Die Maßnahme nach Anspruch 4 bewirkt, daß das Stahlgefüge der Wälzlagererelemente spannungsfrei gemacht und homogenisiert wird. Dies ist vor allen Dingen bei großen Wälzlagerringen wichtig, weil diese nach dem Abkühlen aus der Aufkohlungshitze beträchtliche Eigenspannungen aufweisen können.

Da bei dieser Wärmebehandlung nicht auf Raumtemperatur (20°C) abgekühlt wird, ergibt sich auch ein verhältnismäßig kleiner Heizenergiebedarf.

Eine weitere Heizenergie-Ersparnis wird mit der zusätzlichen Maßnahme nach Anspruch 5 erzielt.

Mit der Maßnahme nach Anspruch 6 wird erreicht, daß nach dem Aufkohlen und vor dem Härten (Austenitisieren der Aufkohlungsschicht) noch eine zerspanende Bearbeitung der relativ weichen Wälzlagererelemente vorgenommen werden kann.

Mit der Maßnahme nach Anspruch 7 ergibt sich eine wirtschaftlich vertretbare Wärmebehandlungszeit.

Die Maßnahme nach Anspruch 8 liefert den Vorteil, daß sämtliche Behandlungsstufen vom Aufkohlen bis zum Zwischenglühen in ein und demselben Ofen und unter Stickstoff als Schutzgas erfolgen.

Die Maßnahme nach Anspruch 9 deutet auf die Möglichkeit hin, das Härten ebenfalls in dem zum Aufkohlen verwendeten Ofen vorzunehmen, so daß sich

- 4 -

eine äußerst wirtschaftliche Wärmebehandlung der Wälzlager Elemente in einer automatisierten Serien- oder Massenfertigung ergibt.

Schließlich wird mit der Maßnahme nach Anspruch 10 ein auf dem Markt erhältlicher Stahl, z.B. 17 NiCrMo 14, verwendet. Dieser Stahl eignet sich besonders für die Herstellung von großen Wälzlager ringen.

Im folgenden wird das erfindungsgemäße Verfahren zum Einsatzhärten von Wälzlager Elementen aus niedriglegiertem, nickelhaltigem Stahl anhand der Zeichnungen, siehe Darstellung erfindungsgemäßer Verfahrensabläufe in Figur 1, 2 und 3, näher erläutert.

Für die Herstellung der Wälzlager Elemente, z.B. große Wälzlager ringe, wird zweckmäßigerweise ein Stahl der Sorte 17 NiCrMo 14 verwendet, der jedoch die für Wälzlager stähle üblichen reduzierten Werte von $S \leq 0,035 \%$ und $P \leq 0,035 \%$ aufweist. Die übrigen Analysewerte (%) dieses Stahls betragen:

C 0,15 - 0,20

Ni 3,25 - 3,75

Cr 1,30 - 1,60

Mo 0,15 - 0,25

Mn 0,40 - 0,70

Rest Eisen und erschmelzungsbedingte Verunreinigungen

Die aus diesem Stahl gefertigten Wälzlager ringe werden bei etwa 970°C aufgekocht. Hierzu werden diese einzeln oder in Gruppen in einen Aufkohlungssofen, der mit Propangas (C_3H_4) als Aufkohlungsmittel arbeitet, gebracht und auf 970°C erwärmt. Zur Herstellung einer genügend dicken Aufkohlungsschicht werden die Wälzlager ringe dann 10 bis 20 Stunden bei 970°C im Aufkohlungssofen gehalten. Dabei dringt das Propangas in die Oberfläche der Wälzlager ringe ein und erzeugt in an sich bekannter Weise als Zersetzungsprodukte Kohlenstoff und Wasserstoff.

Bei der weiteren Wärmebehandlung wird so vorgegangen,

- daß die Wälzlager ringe im Aufkohlungssofen von der Aufkohlungshitze

- 5 -

bis etwa 300°C in bewegtem Stickstoff abgekühlt werden, so daß die Ausscheidung von Korngrenzenkarbiden im Gefüge des Stahls vermieden wird und außerdem genügend Abkühlungszeit verbleibt, so daß ein Teil des dissoziierten Wasserstoffs aus der Aufkohlungsschicht herausdiffundiert,

- daß die Wälzlagererringe anschließend im Aufkohlungsofen bei etwa 300°C mit einer Haltezeit von mindestens 1 Stunde in Stickstoffatmosphäre gehalten werden, so daß ein weiterer Teil des dissoziierten Wasserstoffs aus der Aufkohlungsschicht entweicht und

- daß die Wälzlagerelemente direkt nach dem Halten auf 300°C im Aufkohlungsofen auf Härtetemperatur von etwa 805°C erwärmt, bei dieser Härtetemperatur austenitisiert und anschließend zum Erzielen einer Oberflächenhärte von 60 bis 64 HRC in Luft, Öl oder Salz abgeschreckt werden (Fig. 1).

Bei großen Wälzlagererringen ist es ratsam, nach dem Abkühlen und Halten auf 300°C ein Zwischenglühen folgen zu lassen. Die Wälzlagererringe werden dann nach dem Halten auf etwa 300°C unmittelbar von dieser Temperatur auf etwa 610°C erwärmt und bei 610°C zur Homogenisierung des Gefüges und zur Spannungsfreimachung zwischengeglüht. Dieses Zwischenglühen erfolgt am besten mit einer Haltezeit von 8 Stunden. Anschließend kann direkt von Zwischenglühtemperatur auf Härtetemperatur erwärmt und gehärtet werden (Fig. 2). Die Erwärmung auf Härtetemperatur und das Härten der Wälzlagererringe kann im entsprechend heizbaren Aufkohlungsofen erfolgen, so daß die oft schweren Wälzlagererringe während der gesamten Wärmebehandlung nicht vom Aufkohlungsofen in einen anderen Ofen, z.B. Glühofen oder Härteofen, transportiert werden müssen.

Bei gegebenenfalls notwendiger Zwischenbearbeitung können die Wälzlagererringe aber auch nach dem Zwischenglühen von 610°C auf Raumtemperatur (20°) in Stickstoff oder in Luft langsam abgekühlt werden (Fig. 3). Dabei wird weiterer dissoziierter Wasserstoff aus der Aufkohlungsschicht entlassen. Die Zeit bis zur Abkühlung auf Raumtemperatur (20°C) beträgt etwa 1 Stunde.

- 6 -

Nach der Zwischenbearbeitung werden die Wälzlagererringe von Raumtemperatur auf Härtetemperatur gebracht, gehärtet und in Luft, Öl oder Salz abgeschreckt.

Nach dem Härten wird meistens noch ein Anlassen vorgesehen, damit die Wälzlager Elemente ein martensitisches Gefüge erhalten, welches der Oberfläche (Wälzlagerläufigkeit) eine Härte von 58 bis 62 HRC verleiht.

Die Wälzlager Elemente werden schließlich fertiggeschliffen und gegebenenfalls an ihrer Läufläufigkeit noch gehont oder poliert.

Anstelle von Propangas als Aufkohlungsmittel kann übrigens ein anderes Gas, z.B. Methan (CH_4), welches beim Aufkohlen Kohlenstoff und Wasserstoff freigibt, verwendet werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Einsatzhärten von Wälzlagererelementen, insbesondere großen Wälzlagererringen, aus niedriglegiertem, nickelhaltigem Stahl, bei dem die Wälzlagererelemente zum Herstellen einer Aufkohlungsschicht bei etwa 970°C in einem Aufkohlungssofen in einem Aufkohlungsgas, z. B. Propangas (C_3H_4), mit dissoziierendem Kohlenstoff und Wasserstoff gehalten, abgekühlt, auf Härtetemperatur erwärmt und in der Aufkohlungsschicht austenitisiert und schließlich zum Erzielen einer Oberflächenhärte von 60 bis 64 HRC abgeschreckt werden, dadurch gekennzeichnet,
 - daß das Abkühlen der Wälzlagererelemente von der Aufkohlungsschicht bis auf etwa 300°C in bewegtem Inertgas erfolgt, so daß die Ausscheidung von Korngrenzenkarbiden im Stahlgefüge vermieden wird und während des Abkühlens ein Teil des dissoziierten Wasserstoffs des Aufkohlungsgases aus der Aufkohlungsschicht herausdiffundiert und
 - daß die Wälzlagererelemente anschließend bei dieser Temperatur in diesem Inertgas gehalten werden, so daß ein weiterer Teil des dissoziierten Wasserstoffs aus der Aufkohlungsschicht entweicht.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Halten bei etwa 300°C mit einer Haltezeit von mindestens 1h erfolgt.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß unmittelbar nach dem Halten auf 300°C von dieser Temperatur auf Härtetemperatur von etwa 850°C erwärmt wird.
4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß unmittelbar nach dem Halten auf etwa 300°C von dieser Temperatur auf etwa 610°C erwärmt und bei dieser Temperatur zwischengeglüht wird.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß unmittelbar nach dem Zwischenglühen von 610°C auf Härtetemperatur von etwa 805°C erwärmt und bei dieser Temperatur austenitisiert wird.
6. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß nach dem Zwischenglühen von 610°C auf Raumtemperatur (20°C) in Luft langsam abgekühlt wird.
7. Verfahren nach Anspruch 4, 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Zwischenglühen mit einer Haltezeit bis zu 8h erfolgt.
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 4 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Abkühlen nach dem Aufkohlen, das Halten bei 300°C, das Erwärmen auf 610°C und das Zwischenglühen bei 610°C in Stickstoff als Inertgas im auf Stickstoffatmosphäre umschaltbaren, ~~entsprechend heizbaren Aufkohlungssofen erfolgt.~~
9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Erwärmen auf Härtetemperatur und das Austenitisieren der Wälzlagerelemente ebenfalls im entsprechend heizbaren Aufkohlungssofen erfolgt.
10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ein Stahl mit folgenden Analysewerten (%) verwendet wird:

C 0,15 - 0,20

Ni 3,25 - 3,75

Cr 1,30 - 1,60

Mo 0,15 - 0,25

Mn 0,40 - 0,70

S max. 0,035

P max. 0,035

Rest Eisen und erschmelzungsbedingte Verunreinigungen.

1/3

Fig. 1

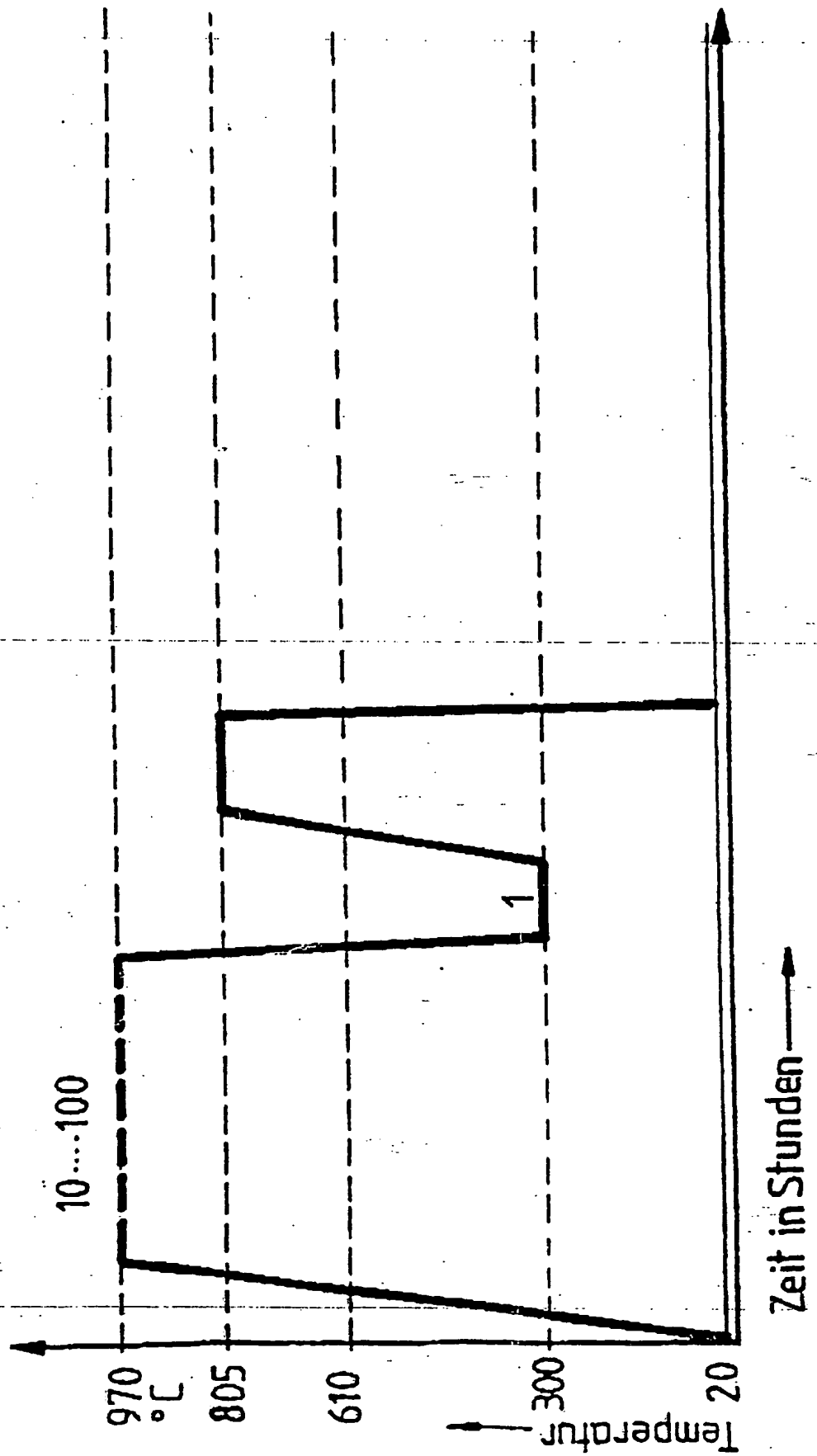


Fig. 2

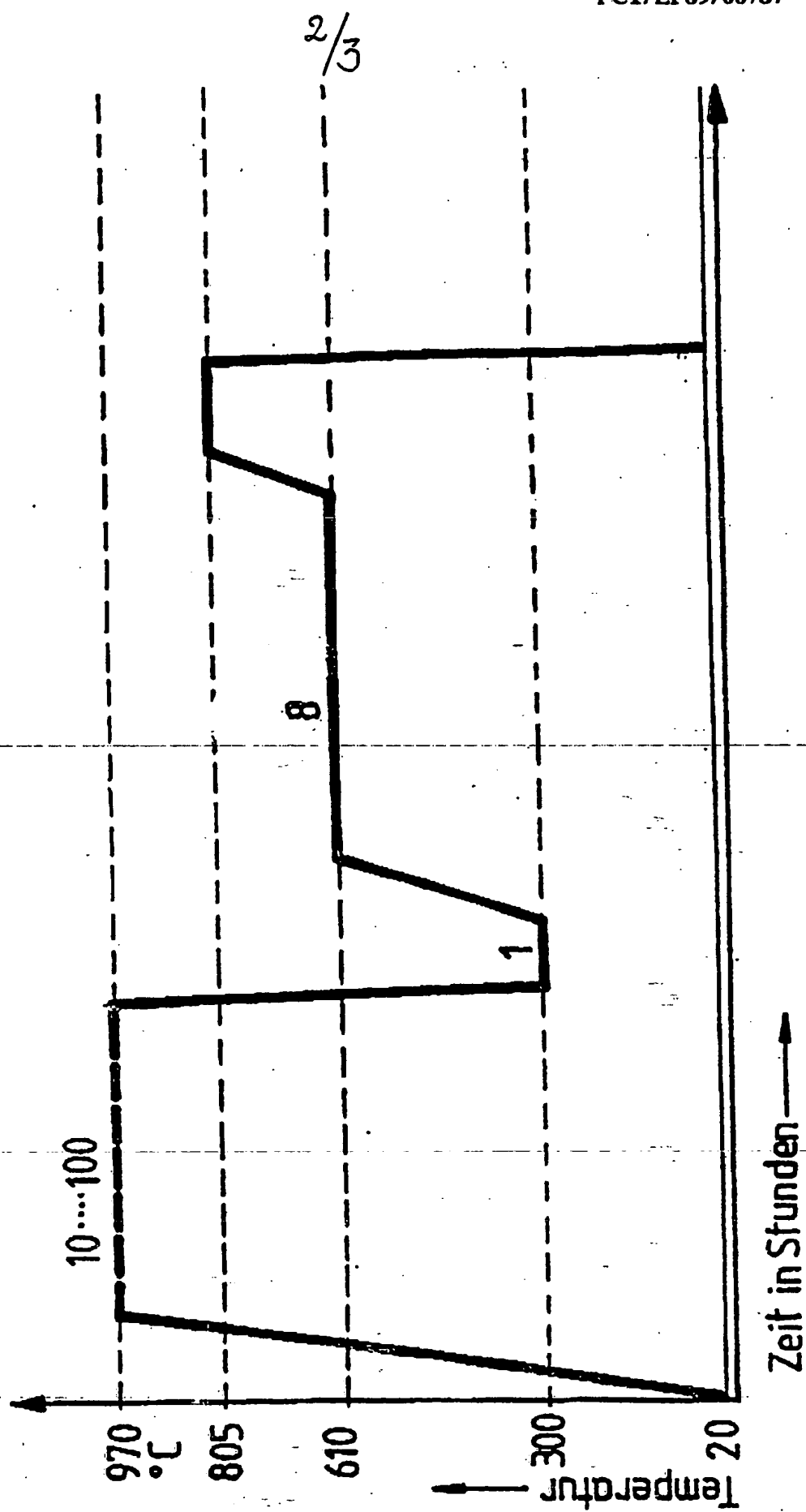
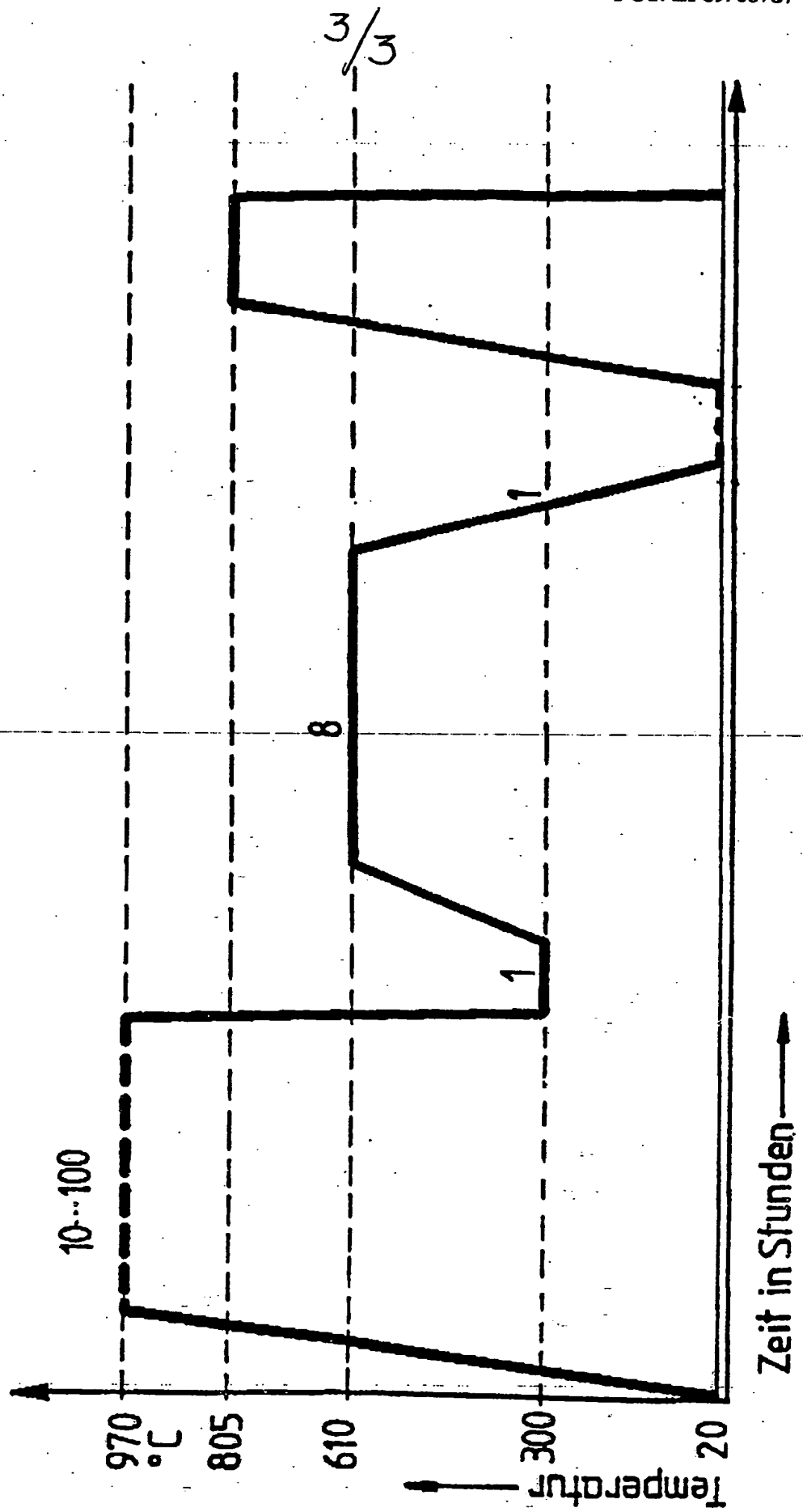


Fig. 3



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No PCT/EP89/00787

I. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER (if several classification symbols apply, indicate all) ⁶ According to International Patent Classification (IPC) or to both National Classification and IPC Int.Cl ⁵ : C21D 9/40, 3/06, 1/78, C23C 8/22																				
II. FIELDS SEARCHED <div style="text-align: right; margin-right: 100px;">Minimum Documentation Searched ⁷</div> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 20%; border: none;">Classification System</td> <td style="border: none;">Classification Symbols</td> </tr> <tr> <td style="border: none; padding: 10px;">Int.Cl⁵</td> <td style="border: none; padding: 10px;">C21D, C23C</td> </tr> </table> <div style="text-align: center; margin-top: 10px;"> Documentation Searched other than Minimum Documentation to the Extent that such Documents are Included in the Fields Searched ⁸ </div>			Classification System	Classification Symbols	Int.Cl ⁵	C21D, C23C														
Classification System	Classification Symbols																			
Int.Cl ⁵	C21D, C23C																			
III. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT ⁹ <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">Category ⁹</th> <th style="width: 70%;">Citation of Document, ¹¹ with indication, where appropriate, of the relevant passages ¹²</th> <th style="width: 20%;">Relevant to Claim No. ¹³</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">A</td> <td>US, A, 3737204 (E.A. BURKHARDT) 5 June 1973 (cited in the application)</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">A</td> <td>DE, A, 2023064 (FORD-WERKE) 23 December 1970</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">A</td> <td>US, A, 2279716 (H.W. NIEMAN) 14 April 1942</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">A</td> <td>Patent Abstracts of Japan, Volume 6, No. 231 (135) 17 November 1982, & JP, A, 57134554 (DAIDO TOKUSHUKO) 19 August 1982</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">E</td> <td>GB, A, 2214196 (SKF) 31 August 1989 see the whole document</td> <td style="text-align: center; vertical-align: middle;">1-10</td> </tr> </tbody> </table>			Category ⁹	Citation of Document, ¹¹ with indication, where appropriate, of the relevant passages ¹²	Relevant to Claim No. ¹³	A	US, A, 3737204 (E.A. BURKHARDT) 5 June 1973 (cited in the application)		A	DE, A, 2023064 (FORD-WERKE) 23 December 1970		A	US, A, 2279716 (H.W. NIEMAN) 14 April 1942		A	Patent Abstracts of Japan, Volume 6, No. 231 (135) 17 November 1982, & JP, A, 57134554 (DAIDO TOKUSHUKO) 19 August 1982		E	GB, A, 2214196 (SKF) 31 August 1989 see the whole document	1-10
Category ⁹	Citation of Document, ¹¹ with indication, where appropriate, of the relevant passages ¹²	Relevant to Claim No. ¹³																		
A	US, A, 3737204 (E.A. BURKHARDT) 5 June 1973 (cited in the application)																			
A	DE, A, 2023064 (FORD-WERKE) 23 December 1970																			
A	US, A, 2279716 (H.W. NIEMAN) 14 April 1942																			
A	Patent Abstracts of Japan, Volume 6, No. 231 (135) 17 November 1982, & JP, A, 57134554 (DAIDO TOKUSHUKO) 19 August 1982																			
E	GB, A, 2214196 (SKF) 31 August 1989 see the whole document	1-10																		
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>¹⁰ Special categories of cited documents:</p> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step</p> <p>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.</p> <p>"&" document member of the same patent family</p> </div> </div>																				
IV. CERTIFICATION <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; border: none;"> Date of the Actual Completion of the International Search 21 February 1990 (21.02.90) </td> <td style="width: 50%; border: none;"> Date of Mailing of this International Search Report 3 April 1990 (03.04.90) </td> </tr> <tr> <td style="border: none;"> International Searching Authority European Patent Office </td> <td style="border: none;"> Signature of Authorized Officer </td> </tr> </table>			Date of the Actual Completion of the International Search 21 February 1990 (21.02.90)	Date of Mailing of this International Search Report 3 April 1990 (03.04.90)	International Searching Authority European Patent Office	Signature of Authorized Officer														
Date of the Actual Completion of the International Search 21 February 1990 (21.02.90)	Date of Mailing of this International Search Report 3 April 1990 (03.04.90)																			
International Searching Authority European Patent Office	Signature of Authorized Officer																			

ANNEX TO THE INTERNATIONAL SEARCH REPORT
ON INTERNATIONAL PATENT APPLICATION NO.

EP 8900787

SA 29956

This annex lists the patent family members relating to the patent documents cited in the above-mentioned international search report. The members are as contained in the European Patent Office EDP file on 21/03/90. The European Patent Office is in no way liable for these particulars which are merely given for the purpose of information.

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US-A- 3737204	05-06-73	CA-A- 975039	23-09-75
DE-A- 2023064	23-12-70	CH-A- 540983	15-10-73
		FR-A- 2052277	09-04-71
		GB-A- 1292800	11-10-72
		SE-B- 356533	28-05-73
		US-A- 3595711	27-07-71
US-A- 2279716		None	
GB-A- 2214196	31-08-89	DE-C- 3800838	14-09-89

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen PCT/EP 89/00787

I. KLASSIFIKATION DES ANMELDUNGSGEGENSTANDS (bei mehreren Klassifikationssymbolen sind alle anzugeben) ⁶ Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
Int.Cl. ⁵ C 21 D 9/40, 3/06, 1/78, C 23 C 8/22		
II. RECHERCHIERTE SACHGEBIETE		
Klassifikationssystem	Recherchierter Mindestprüfstoff ⁷ Klassifikationssymbole	
Int.Cl. ⁵	C 21 D, C 23 C	
Recherchierte nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Sachgebiete fallen ⁸		
III. EINSCHLÄGIGE VERÖFFENTLICHUNGEN⁹		
Art*	Kennzeichnung der Veröffentlichung ¹¹ , soweit erforderlich unter Angabe der maßgeblichen Teile ¹²	Betr. Anspruch Nr. ¹³
A	US, A, 3737204 (E.A. BURKHARDT) 5. Juni 1973 (in der Anmeldung erwähnt)	
A	DE, A, 2023064 (FORD-WERKE) 23. Dezember 1970	
A	US, A, 2279716 (H.W. NIEMAN) 14. April 1942	
A	Patent Abstracts of Japan, Band 6, Nr. 231 (135), 17. November 1982, & JP, A, 57134554 (DAIDO TOKUSHUKO) 19. August 1982	
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen¹⁰:</p> <p>"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist</p> <p>"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</p> <p>"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)</p> <p>"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht</p> <p>"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p>"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist</p> <p>"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden</p> <p>"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist</p> <p>"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist</p> </div> </div>		
IV. BESCHEINIGUNG		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
21. Februar 1990		- 3. 04. 90
Internationale Recherchenbehörde		Unterschrift des bevollmächtigten Repräsentanten
Europäisches Patentamt		T.K. WILLIS

Formblatt PCT/ISA/210 (Zusatzbogen) (Januar 1985)

ANHANG ZUM INTERNATIONALEN RECHERCHENBERICHT ÜBER DIE INTERNATIONALE PATENTANMELDUNG NR.

EP 8900787

SA 29956

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten internationalen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am 21/03/90.
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US-A- 3737204	05-06-73	CA-A- 975039	23-09-75
DE-A- 2023064	23-12-70	CH-A- 540983	15-10-73
		FR-A- 2052277	09-04-71
		GB-A- 1292800	11-10-72
		SE-B- 356533	28-05-73
		US-A- 3595711	27-07-71
US-A- 2279716		Keine	
GB-A- 2214196	31-08-89	DE-C- 3800838	14-09-89

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:**

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.